



(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2014 00312

(22) Data de depozit: 17/04/2014

(41) Data publicării cererii:
29/01/2016 BOPI nr. 1/2016

(71) Solicitant:
• ZOLLER CAROL LAURENȚIU,
STR. 22 DECEMBRIE NR.9, PĒTROȘANI,
HD, RO;
• COSTINAȘ SORINA, BD. UVERTURII
NR. 8, BL. C2, SC. 4, ET. 3, AP. 111,
SECTOR 6, BUCUREȘTI, B, RO;
• MARC GHEORGHE, ALEEA POPORULUI,
BL. 6, AP. 4, PĒTROȘANI, HD, RO;
• DOBRA REMUS, STR. SATURN NR.4,
BL.4, SC.1, ET.2, AP.7, PĒTROȘANI, HD,
RO;
• PĂSCULESCU DRAGOȘ,
STR. GEN ION DRAGALINA NR. 20,
PĒTROȘANI, HD, RO

(72) Inventatori:
• ZOLLER CAROL LAURENȚIU,
STR. 22 DECEMBRIE NR.9, PĒTROȘANI,
HD, RO;
• COSTINAȘ SORINA, BD. UVERTURII
NR. 8, BL. C2, SC. 4, ET. 3, AP. 111,
SECTOR 6, BUCUREȘTI, B, RO;
• MARC GHEORGHE, ALEEA POPORULUI,
BL. 6, AP. 4, PĒTROȘANI, HD, RO;
• DOBRA REMUS, STR. SATURN, BL.4,
ET.2, AP.7, PĒTROȘANI, HD, RO;
• PĂSCULESCU DRAGOȘ,
STR. GEN ION DRAGALINA NR. 20,
PĒTROȘANI, HD, RO

(54) METODĂ DE CONTROL OPERATIV AL COMPONENTELOR
SIMETRICE DIN SISTEMELE ELECTROENERGETICE
TRIFAZATE

(57) Rezumat:

Invenția se referă la o metodă de control operativ al componentelor simetrice de tensiune sau de curent din sistemele electromagnetice trifazice, în regim sinusoidal, putând fi implementată în releele electronice specifice subsistemelor de protecție care funcționează pe principii numerice. Metoda conform invenției constă în determinarea gradului de disimetrie ϵ_d și asimetrie ϵ_a prin prelevarea de eșantioane de tensiune corespunzătoare momentului de timp t_1 , după un interval de timp $\Delta t = 6,6$ ms, se prelevează eșantioanele de tensiune corespunzătoare momentului de timp t_2 , după încă un interval de timp $\Delta t = 6,6$ ms, se prelevează eșantioanele de tensiune corespunzătoare momentului de timp t_3 , echivalentul numeric al acestor eșantioane fiind procesat de către un releu numeric, proiectat special pentru metodă, care poate lua o decizie de acționare cel mai devreme după timpul $T_p = 2\Delta t$, de la prelevarea primului set de eșantioane, dacă indicatorii ϵ_d sau ϵ_a depășesc valorile prescrise de normele specifice de calitate a energiei electrice, metoda de control funcționând în baza unui algoritm, care poate fi utilizat la proiectarea unui releu numeric sau poate fi convertit într-un software corespunzător mediului de programare utilizat pe calculator.

Revendicări: 2
Figuri: 2

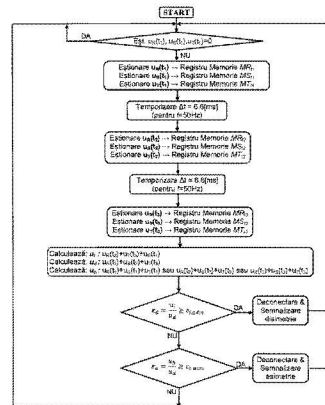


Fig. 2

Cu începere de la data publicării cererii de brevet, cererea asigură, în mod provizoriu, solicitantului, protecția conferită potrivit dispozițiilor art.32 din Legea nr.64/1991, cu excepția cazurilor în care cererea de brevet de invenție a fost respinsă, retrasă sau considerată ca fiind retrasă. Întinderea protecției conferite de cererea de brevet de invenție este determinată de revendicările conținute în cererea publicată în conformitate cu art.23 alin.(1) - (3).



RO 130884 A2

METODĂ DE CONTROL OPERATIV A COMPONENTELOR SIMETRICE DIN SISTEMELE ELECTROENERGETICE TRIFAZATE

Invenția are drept obiectiv o metodă de control operativ a componentelor simetrice de tensiune (sau de curent) din sistemele electroenergetice trifazice, în regim sinusoidal, ce poate fi implementată în releele electronice specifice subsistemelor de protecție, care funcționează pe principii numerice.

Metodele actuale de control a stării sistemelor electroenergetice, ce funcționează pe principiul identificării componentelor simetrice, au la bază teorema fundamentală a electrotehnicii (Stokvis-Fortescue), prin care se dovedește că orice sistem nesimetric de tensiuni trifazice, ce apar în situații de funcționare anormală a sistemelor electroenergetice, poate fi descompus într-un număr de trei sisteme simetrice de tensiuni, ce funcționează simultan, dacă se acceptă valabilitatea principiului suprapunerii efectelor, prin intermediul celor trei componente (de succesiune directă, de succesiune inversă și de tip homopolar) se poate identifica starea de defect, pe baza indicatorilor specifici de asimetrie și de disimetrie reglementați de normele impuse pentru asigurarea calității energiei electrice.

Se cunosc astfel de aparate de protecție utilizate curent în sistemele electroenergetice trifazate, care utilizează metoda clasică de determinare a gradului de asimetrie, sub denumirea de rele pentru determinarea asimetriei, de tip SAD140 "releu pentru asimetrie pentru sisteme 3NAC", respectiv SAD142 "releu pentru asimetrie pentru sisteme 3AC", aceste rele fiind impuse din necesitatea de asigurare a indicatorilor de disimetrie și asimetrie ai sistemului electroenergetic, din punct de vedere al tensiunilor (curenților).

Se mai cunoaște din cererea de brevet B1 146606/20.12.1990, care prezintă o metodă de realizare a unui releu de protecție homopolară, realizat în structură electronică, având posibilitatea de a funcționa corect în orice tip de rețea (parțial sau total compensate) și beneficiind de un sistem de prescriere a valorii curentului homopolar la care să lucreze.

Metodele actuale de protecție, pe baza componentelor simetrice de tensiune, ce utilizează filtre electrice cu componente RLC, prezintă dezavantaje legate de faptul că: identifică cu întârziere prezența componentelor simetrice, datorită răspunsului proporțional integral al acestor filtre; nu oferă informații în timp real privind

componentele simetrice generate de asimetria sistemelor electroenergetice în condiții anormale; metodele electronice care nu necesită filtre electrice RLC solicită: rezolvarea unor algoritmi complecși cu multe secvențe de procesare; calculul indicatorilor specifici regimurilor nesimetrice și se bazează în final pe raportarea valorilor efective, maxime sau medii.

Scopul invenției este de a elimina toate aceste insuficiențe și de a limita consecințele sesizării cu întârziere a dezechilibrului sistemului, în cazul apariției unor defecte, care are efect asupra caracteristicilor de funcționare ale echipamentelor alimentate cu tensiuni nesimetrice, respectiv asupra indicatorilor economici și tehnici ai acestora. Se propune și o nouă strategie de control operativ a componentelor simetrice și anume una de determinare ultrarapidă a tuturor componentelor simetrice, directă, inversă și homopolară și implicit de determinare a gradului de asimetrie și disimetrie. Mai exact, dacă în timpul funcționării sistemului trifazat are loc un dezechilibru, prin metoda propusa se determină gradul de nesimetrie și asimetrie al tensiunilor pe baza tuturor componentelor simetrice obținute prin procesarea unui număr de nouă eșantionare de tensiune pe durata $T_p, 2 \times 6.66[\text{ms}]$.

Problema pe care o rezolvă invenția consta în conceperea unei metode și a unei strategii noi de control operativ a componentelor simetrice, pentru care componentele amintite rămân în limitele de siguranță impuse prin norme. Se creează posibilitatea de anticipare eficientă a evoluției sistemelor energetice înspre starea de defect care să preîntâmpine extinderea amplitudinii defectelor.

Conform invenției prin metoda și algoritmul conceput se elimină dezavantajele amintite prin aceea că: oferă posibilitatea unui răspuns ultrarapid al sistemelor digitale în cazul apariției unor defecte de tip dezechilibru și nesimetrie; nu necesita sisteme numerice performante de procesare; metoda poate fi implementa în orice tip de sistem numeric de protecție; oferă posibilitatea de acționare eficientă și de limitare a evoluției sistemelor energetice înspre starea de defect; metoda poate fi implementată ca o subrutină operativă în cadrul sistemelor numerice complexe de protecție existente; permite modernizarea sistemelor de protecție actuale fără costuri suplimentare aferente echipamentului; calculul indicatorilor specifici regimurilor nesimetrice se bazează numai pe raportarea valorilor convenabile instantanee; se minimizează riscurile extinderii amplitudinii defectelor; implementarea metodei propuse face posibilă realizarea unor

sisteme de protecție selectivă pentru diverse tipuri de regimuri de funcționare și de configurație a rețelelor electrice; nu necesită volum mare de date necesare procesării.

Se dă în continuare un exemplu de realizare al invenției, în legătură cu fig.1, 2, care reprezintă:

- Fig. 1, Eșantionarea semnalelor de tensiuni trifazice.
- Fig. 2, Algoritmul de procesare al eșantioanelor.

În continuare, se prezintă un exemplu de identificare operativă a componentelor simetrice din sistemele electroenergetice trifazate, (**fig.1**). La momentul de timp t_1 se obțin sincron eșantioanele de tensiune $u_R(t_1)$, $u_S(t_1)$, respectiv $u_T(t_1)$, corespunzătoare fazelor sistemului aflat sub control automat, se convertesc în semnale numerice și se memorează în primii trei regiștrii de memorie. După un interval de timp $\Delta t=6,6$ [ms] (daca frecvența rețelei este de 50Hz), adică la momentul de timp t_2 se procedează la eșantionarea sincronă a a celor trei tensiuni și se obțin eșantioanele $u_R(t_2)$, $u_S(t_2)$, respectiv $u_T(t_2)$, se convertesc în semnale numerice și se memorează în următorii trei regiștrii de memorie. Aceeași procedură se repetă la momentul t_3 , care este întârziat cu aceeași valoare $\Delta t=6,6$ [ms] față de momentul precedent, t_2 , se obțin eșantioanele de tensiune $u_R(t_3)$, $u_S(t_3)$, respectiv $u_T(t_3)$, eșantioane ce se convertesc în semnale numerice ce se memorează în următorii trei regiștrii de memorie ai sistemului numeric de protecție.

Pentru a obține echivalentul numeric al componentei homopolare de tensiune, u_h , se însumează algebric valorile numerice ale eșantioanelor la momentul t_1 sau la momentul t_2 sau la momentul t_3 , respectiv $u_R(t_1)+u_S(t_1)+u_T(t_1)$ sau $u_R(t_2)+u_S(t_2)+u_T(t_2)$ sau $u_R(t_3)+u_S(t_3)+u_T(t_3)$. Pentru a obține echivalentul numeric al componentei directe de tensiune, u_d , se însumează algebric valorile numerice ale eșantioanelor $u_R(t_1)+u_S(t_2)+u_T(t_3)$. Pentru a obține echivalentul numeric al componentei inverse de tensiune, u_i , se însumează algebric valorile numerice ale eșantioanelor $u_R(t_2)+u_T(t_3)+u_S(t_1)$. Pentru a obține valoarea instantanee a gradului de disimetrie, ϵ_d , al sistemului se face raportul dintre componenta inversă și componenta directă, determinată apriori. Petru a obține valoarea gradului de asimetrie, ϵ_a , se face raportul dintre componenta homopolară (u_h) și componenta directă (u_d), toate obținute prin procesarea celor nouă eșantioane pe intervalul de timp de prelevare a eșantioanelor de tensiuni, $2\Delta t=T_p$.

Releul numeric ce procesează informația în baza metodei descrise mai sus poate lua o decizie de acționare cel mai devreme după timpul T_p , de la prelevarea primului set de eșantioane, dacă indicatorii ε_a și/sau ε_d depășesc valorile prescrise de normele specifice de calitate a energiei electrice.

Noi cicluri de eșantionare și procesare cu perioada T_p , după procedura descrisă se reiau identic, în vederea urmăririi automate, continuu, a "stării de calitate" a sistemului electroenergetic trifazat, pe baza indicatorilor obținuți prin eșantionare ε_a și/sau ε_d .

Algoritmul (**fig.2**) de procesare al eșantioanelor parcurge secvențial următoarele etape:

- ET_0 : se prelevează eșantioanele de tensiune corespunzătoare momentului de timp t_1 : $u_R(t_1)$; $u_S(t_1)$, respectiv $u_T(t_1)$. Dacă una din valorile numerice ale eșantioanelor sunt zero, se repetă procedura. Dacă valorile numerice identificate la momentul t_1 sunt nenule atunci eșantioanele se transfera în regiștrii de memorie MR_{t1} , MS_{t1} , MT_{t1} .
- După $\Delta t=6,6$ [ms], se prelevează eșantioanele de tensiune corespunzătoare momentului de timp t_2 : $u_R(t_2)$; $u_S(t_2)$, respectiv $u_T(t_2)$ și se transfera în regiștrii de memorie MR_{t2} , MS_{t2} , MT_{t2} .
- După încă 6,6 [ms], se prelevează eșantioanele de tensiune corespunzătoare momentului de timp t_3 : $u_R(t_2)$; $u_S(t_2)$, respectiv $u_T(t_2)$ și se transfera în regiștrii de memorie MR_{t3} , MS_{t3} , MT_{t3} .
- Se calculează echivalentul numeric al componentei homopolare u_h :
$$u_R(t_1)+u_S(t_1)+u_T(t_1) \text{ sau } u_R(t_2)+u_S(t_2)+u_T(t_2) \text{ sau } u_R(t_3)+u_S(t_3)+u_T(t_3)$$
- Se calculează echivalentul numeric al componentei directe u_d :
$$u_R(t_1)+u_S(t_2)+u_T(t_3)$$
- Se calculează echivalentul numeric al componentei inverse u_i :
$$u_R(t_2)+u_T(t_3)+u_S(t_1)$$
- Se calculează gradul de disimetrie al sistemului, $\varepsilon_d = \frac{u_i}{u_d}$, și se compară cu valoarea limită admisă de norme, a acesteia. Dacă aceasta depășește valoarea standardizata se semnalizează corespunzător și se comandă deconectarea automată a sistemului electroenergetic.

4 
4

- Se calculează gradul de asimetrie, $\varepsilon_a = \frac{u_h}{u_d}$, și se compară cu valoarea limită admisă de norme, a acesteia. Dacă aceasta depășește valoarea standardizată se semnalizează corespunzător și se comanda deconectarea automată a sistemului electroenergetic.
- Dacă valorile indicatorilor ε_a și ε_d sunt în limitele normale se reiau secvențele de procesare descrise începând cu eticheta zero, ET₀, a algoritmului.

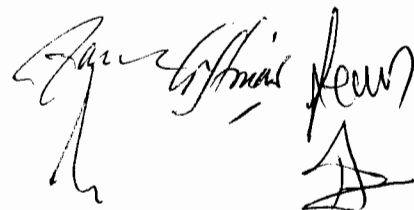
Metoda, de control operativ a componentelor simetrice din sistemele electroenergetice trifazate, conform invenției, prezintă următoarele avantaje:

- Noutatea teoretică a modului de procesare al informațiilor, pe bază de eșantionare, referitoare la mărimile electrice primare;
- Modul original de procesare propus face posibilă implementarea unor algoritmi specifici mai performanți, prin care printr-un număr redus de secvențe de eșantionare și procesare se obțin mai rapid informațiile necesare unei decizii corecte în legătură cu gradul de disimetrie și asimetrie;
- Răspuns ultrarapid al sistemelor digitale, ce au la bază acest algoritm în comparație cu releele electronice ce funcționează pe algoritmi rezultați direct din teoria clasică de identificare a componentelor simetrice, în cazul apariției unor defecte;
- Implementarea metodei propuse face posibilă realizarea unor sisteme de protecție selectivă pentru diverse tipuri de regimuri de funcționare și de configurație a rețelelor electrice;
- Posibilitatea de anticipare eficientă a evoluției sistemelor energetice înspre starea de defect;
- Metoda poate fi implementată ca o subrutină operativă în cadrul sistemelor numerice complexe de protecție existente;
- Modernizarea sistemelor de protecție actuale fără costuri suplimentare aferente echipamentului;
- Poate fi implementată în orice tip de sistem numeric de protecție;
- Se minimizează riscurile extinderii amplitudinii defectelor;
- Nu necesită volum mare de date necesare procesării;
- Nu necesită sisteme numerice performante de procesare.

REVEDICĂRI

1. Metoda de control operativ a componentelor simetrice din sistemele electroenergetice trifazate, **fig. 1**, caracterizată prin aceea că în scopul determinării gradului de disimetrie, ϵ_d , și asimetrie, ϵ_a , se prelevează eșantioane de tensiune corespunzătoare momentului de timp t_1 , iar după $\Delta t=6,6$ [ms], se prelevează eșantioanele de tensiune corespunzătoare momentului de timp t_2 , respectiv după încă un interval de timp $\Delta t=6,6$ [ms], se prelevează eșantioanele de tensiune corespunzătoare momentului de timp t_3 , echivalentul numeric al acestor eșantioane fiind procesat de către releul numeric, proiectat în baza metodei, care poate lua o decizie de acționare cel mai devreme după timpul T_p ($2 \Delta t$), de la prelevarea primului set de eșantioane, dacă indicatorii ϵ_d sau ϵ_a depășesc valorile prescrise de normele specifice de calitate a energiei electrice.

2. Metoda de control operativ a componentelor simetrice din sistemele electroenergetice trifazate, conform revendicării 1, caracterizată prin aceea că funcționează pe baza unui algoritm, **fig. 2**, ce poate fi utilizat în proiectarea unui releu numeric de componente simetrice sau poate fi convertit în software corespunzător mediului de programare utilizat pe calculator.

Handwritten signature and a stamp.

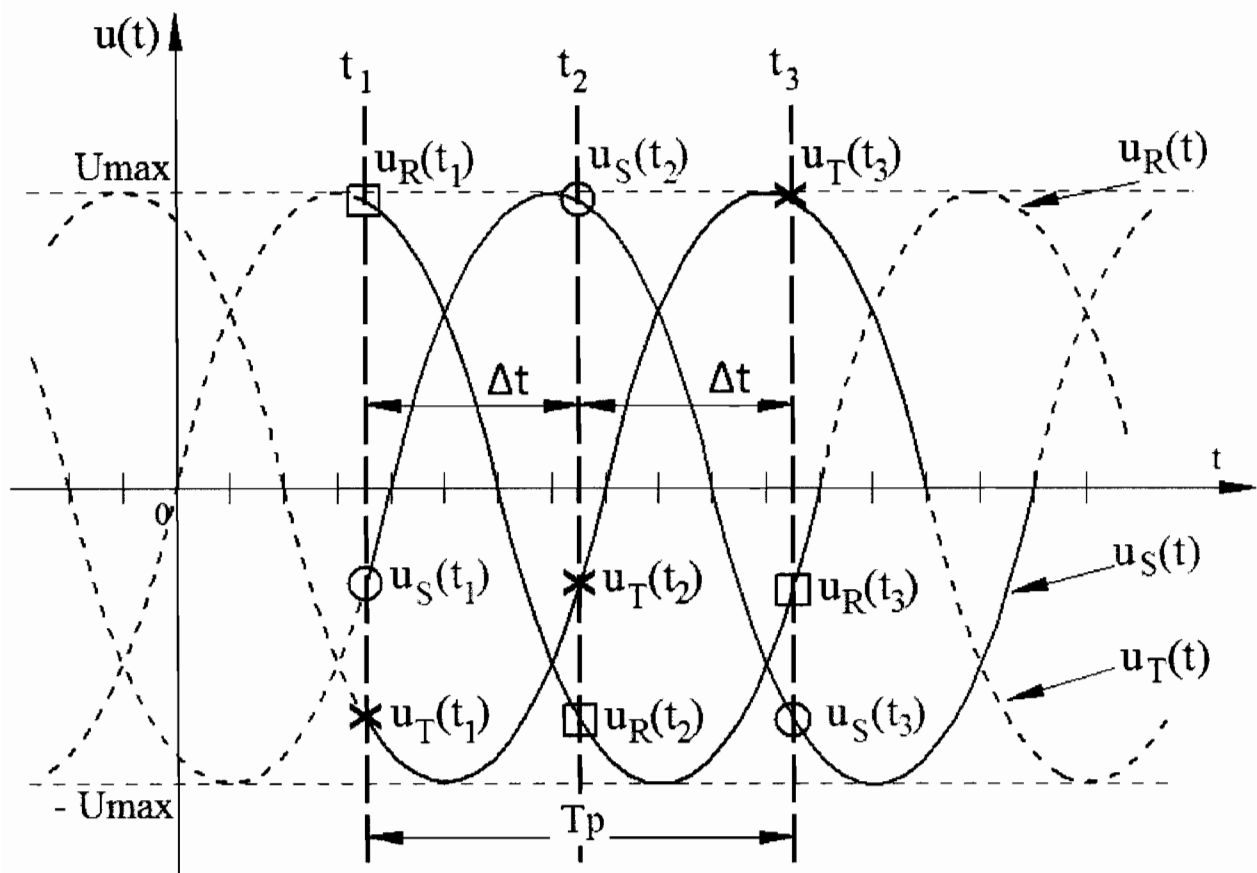


Fig.1

Prof. Effendi Hamid
h

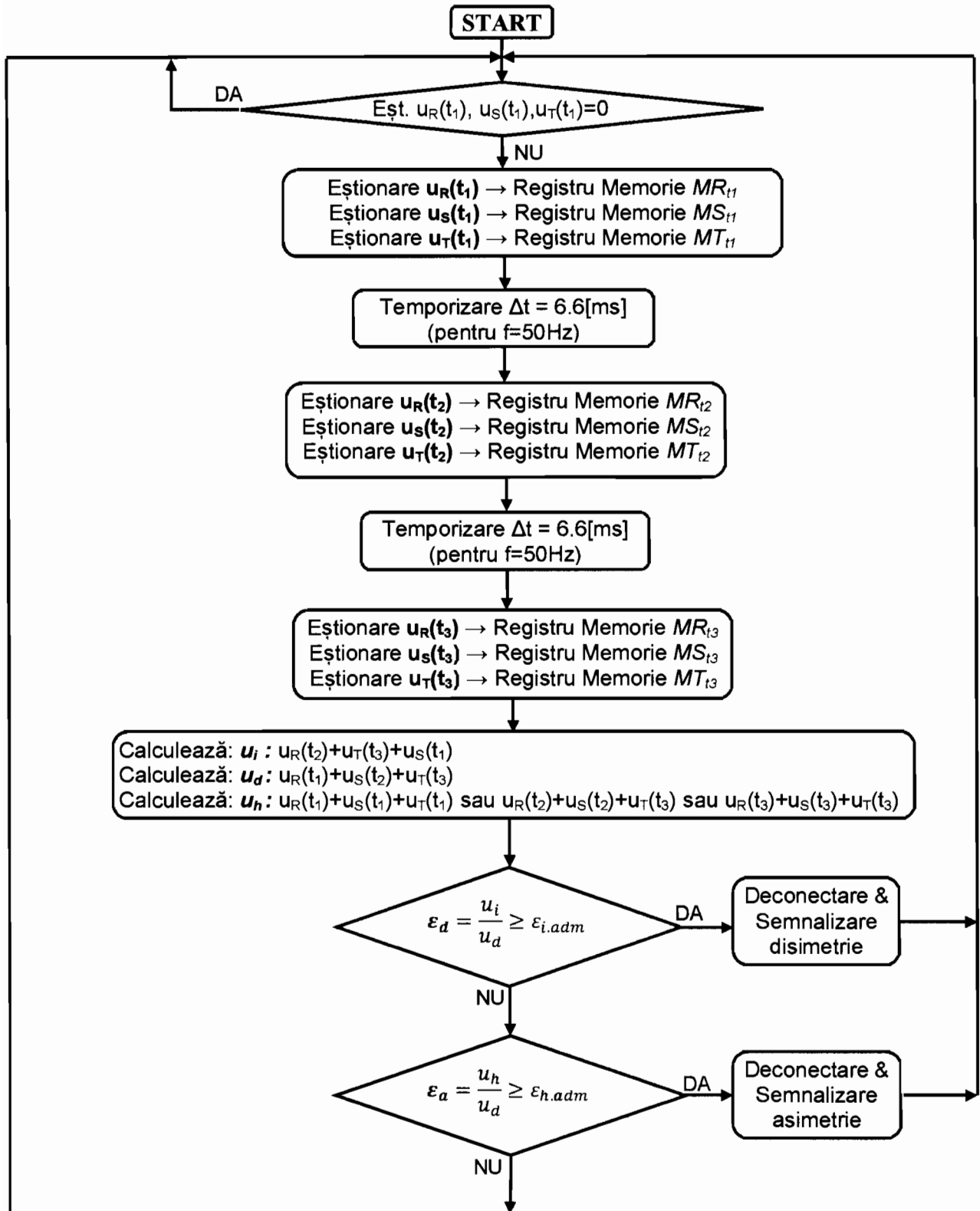


Fig.2

Handwritten signature and initials